



TITLE:

Preoperative vascular mapping based on photoacoustic imaging: visualization of the branching pattern of anterolateral thigh perforators and its clinical application(Abstract_要旨)

AUTHOR(S):

Tsuge, Itaru

CITATION:

Tsuge, Itaru. Preoperative vascular mapping based on photoacoustic imaging: visualization of the branching pattern of anterolateral thigh perforators and its clinical application. 京都大学, 2020, 博士(医学)

ISSUE DATE:

2020-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k22328>

RIGHT:

許諾条件により本文は2020-12-01に公開; 論文2について出版社より下記の記載指示あり. This is the accepted version of the following article, which has been published in final form at <https://doi.org/10.1002/micr.30531>. This article may be used for non-commercial purposes in accordance with the Wiley Self-Archiving Policy [<http://www.wileyauthors.com/self-archiving>].

京都大学	博士（ 医 学 ）	氏 名	津 下 到
論文題目	Preoperative vascular mapping based on photoacoustic imaging: visualization of the branching pattern of anterolateral thigh perforators and its clinical application. （光音響イメージングによる術前血管マッピング：前外側大腿皮弁穿通枝分岐パターンの可視化とその臨床応用）		
（論文内容の要旨）			
<p>前外側大腿（Anterolateral thigh：ALT）皮弁は、頭頸部や四肢の再建手術において非常に有用な術式だが、脂肪内の血管走行パターンは患者ごとに異なる。特に皮弁を薄くする必要がある場合は、皮下穿通枝血管の損傷が皮弁の壊死につながる。術前に脂肪内血管走行の詳細を把握できれば、安全に皮弁を挙上することが可能となる。光音響トモグラフィ（Photoacoustic tomography：PAT）は、近赤外線パルスレーザー光がヘモグロビンに吸収される際に生じるわずかな熱膨張を超音波として探知することにより、微小血管を非侵襲かつ高精細に描出できるイメージング技術である。この技術を利用して、大腿皮下血管の精細な描出と、手術利用可能な血管地図を作製することを目的とした。</p> <p>まず論文1にて、PAT が大腿部の皮下血管を明瞭に描出できることを示した。対象は、健常者5名10大腿とした。方法は、両大腿の前外側領域を従来法であるドップラーエコー検査で評価後、PAT 撮影を行った。PAT の血管描出能力を評価するために、大腿筋膜を貫通する穿通枝血管の位置と深さをエコー検査結果と比較した。また、皮下脂肪層の血管走行パターンを観察した。結果は、10大腿中18本の穿通枝血管が PAT で同定され、エコーで見出した穿通枝15本の全てを描出することができた。特に、血管の水平方向や斜走方向への描出が優れていた。深さは PAT で平均9mm（最大13mm）まで描出可能であったが、これはエコーで確認した大腿筋膜の深さに強い相関を示していた。筋膜下の血管描出能には限界があるものの、PAT が大腿皮下血管網を高精細に描出できることがわかった。</p> <p>次に論文2にて、手術所見と PAT 画像の比較を行った。この際、PAT の画像情報を体表貼付可能な医療用フィルムシートへ転記する手法を開発した。まず、対象は ALT 皮弁手術を受ける臨床患者8名8大腿とした。年齢は32歳から79歳（平均60歳）で、7例が頭頸部再建手術、1例が胸壁再建手術であった。手術の約1週間前に PAT 撮影を行い、穿通枝血管の走行パターンを調べた。術者が皮膚を真上から見ると、その深部に目的血管が存在するように画像補正を行った。次に、プロジェクターを用いて医療用フィルムへ画像を投影し、3色に色分けして油性ペンで転記することで、深さ情報も含む血管地図シートを作製した。フィルムを含めて皮膚切開を行い、実際の大腿筋膜部での穿通枝血管と、PAT 血管地図による予測位置を比較した。また、PAT から得られた脂肪内血管走行について分類を行った。結果は、PAT で描出された穿通枝16本の全てを術中に大腿筋膜部で直接確認することができた。いずれの穿通枝も、PAT で予測した位置から10mm 以内の範囲に見出すことができた。脂肪内穿通枝の遠位分岐パターンは、Schaverien らの分類法にて、3症例でタイプⅠ（19％）、8症例でタイプⅡ（50％）、および5症例でタイプⅢ（31％）であった。2例で、口腔内および咽頭の再建手術目的に薄層化手技を行い、術後経過は良好であった。</p> <p>PAT イメージングの正確性を術中所見から示すことができたとともに、体表貼付可能な血管地図を手術に利用できた点で、今後の臨床手術応用が期待される。</p>			

<p>（論文審査の結果の要旨）</p> <p>前外側大腿皮弁の脂肪内を走行する血管の詳細を術前に把握できれば、安全に皮弁を挙上することが可能となる。光音響トモグラフィ（Photoacoustic tomography：PAT）を利用して、大腿皮下血管を精細に描出し、手術利用可能な血管地図を作製することを目的とした。まず大腿部における血管描出能を調べるため、5名に対し健常者試験を行った。エコーとの比較により、PAT が大腿皮下血管網を高精細に描出できることを明らかにした。次に、手術所見との一致を調べるため、前外側大腿皮弁手術を受ける臨床患者8名での研究を行った。術前に PAT 撮影を行った上で、プロジェクターを用いて医療用フィルムへ画像を投影し深さ情報も含む血管地図シートを作製した。フィルムを含めて皮膚切開を行い、実際到大腿筋膜部を穿通する血管と、血管地図による予測位置を比較した。PAT で描出された16本の穿通枝は予測した位置から10mm 以内の範囲に見出すことができた。PAT の正確性を術中所見から明らかにしたとともに、体表貼付可能な血管地図を手術に利用することができた。</p> <p>以上の研究は、光音響イメージングが、皮弁に関連する皮下血管の描出に優れていること、手術支援画像診断モダリティーとして応用可能であることを示し、医療技術の発展に寄与するところが多い。</p> <p>したがって、本論文は博士（医学）の学位論文として価値あるものと認める。なお、本学位授与申請者は、令和2年1月28日実施の論文内容とそれに関連した試問を受け、合格と認められたものである。</p>			
要旨公開可能日： 年 月 日 以降			